

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Hiroyuki FURUSHO
Title: ROAD LANE MARKER
RECOGNITION
Appl. No.: Unassigned
Filing Date: 09/27/2001
Examiner: Unassigned
Art Unit: Unassigned

#3
DRAWING
2-20-02



CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith are certified copies of said original foreign applications:

- Japanese Patent Application No. 2000-301453 filed September 29, 2000.
- Japanese Patent Application No. 2001-179204 filed June 13, 2001

Respectfully submitted,

Date: September 27, 2001

By Richard L. Schwaab

FOLEY & LARDNER
Washington Harbour
3000 K Street, N.W., Suite 500
Washington, D.C. 20007-5109
Telephone: (202) 672-5414
Facsimile: (202) 672-5399

Richard L. Schwaab
Attorney for Applicant
Registration No. 25,479

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

77-01871(1)
040674/1370
Furusho

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 9月29日

出願番号

Application Number:

特願2000-301453

出願人

Applicant(s):

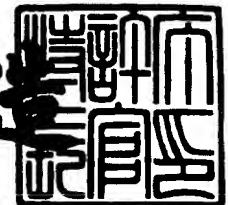
日産自動車株式会社



2001年 6月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3060907

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM99-01871

【提出日】 平成12年 9月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G08G 1/00

【発明の名称】 道路白線認識装置

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 古性 裕之

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100087365

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 彰

【選任した代理人】

【識別番号】 100079946

【弁理士】

【氏名又は名称】 横屋 昶夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特 2000-301453

【包括委任状番号】 9707400

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 道路白線認識装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像取得手段から取得した車両前方の道路画像上に、道路白線を探索するためのウインドウを設け、このウインドウに取り込まれる白線候補点から白線候補線を推定するようにした道路白線認識装置において、

それぞれに道路白線が取り込まれるように道路白線の延長方向に沿ってウインドウを複数設けるウインドウ設定手段と、

各ウインドウに対して推定された白線候補線の道路座標と道路モデル式とを用いて道路パラメータを推定する道路パラメータ推定手段と、

各ウインドウに対して算出された白線候補線集合の中で画像上の傾きの差が所定値以下となる疑似白線を選択する疑似白線選択手段と、

疑似白線が選択された場合に各ウインドウ内の疑似白線の道路座標および傾きを用いて、道路パラメータから自車両の車線に対する横変位のパラメータを除外するパラメータ調整手段と、を備えたことを特徴とする道路白線認識装置。

【請求項 2】 画像取得手段から取得した車両前方の道路画像上に、道路白線を探索するためのウインドウを設け、このウインドウに取り込まれる白線候補点から白線候補線を推定するようにした道路白線認識装置において、

それぞれに道路白線が取り込まれるように道路白線の延長方向に沿ってウインドウを複数設けるウインドウ設定手段と、

各ウインドウに対して推定された白線候補線の道路座標と道路モデル式とを用いて道路パラメータを推定する道路パラメータ推定手段と、

自車両に対する各ウインドウの遠近位置を判断するウインドウ位置判断手段と

道路白線判断のウインドウが自車両に対して遠方を透視するウインドウである場合に、道路パラメータから自車両の車線に対する横変位のパラメータを除外するパラメータ調整手段と、を備えたことを特徴とする道路白線認識装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、各ウインドウで算出される白線候補線を直線に近似させたことを特徴とする道路白線認識装置。

【請求項4】 請求項3において、直線への近似にハフ変換を用いたことを特徴とする道路白線認識装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば車両の自動操縦や予防安全運転などのために、車両の進行方向前方の道路を画像として取得して道路白線を認識し、この道路白線から道路形状を推定するようにした道路白線認識装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

この種の画像により道路白線を認識する従来の手法としては、特開平6-20189号に開示される道路形状計測装置や特開平8-261756号に開示される走行レーン認識装置などがある。これらの技術はカメラで撮像した画像を適宜処理することにより道路形状を推定するようになっており、前者の特開平6-20189号では、検出した道路形状と3次元曲線パラメータに基づいて座標変換した3次元道路モデルとを比較して、両者間の位置ずれから3次元曲線パラメータの変化量および撮像手段の姿勢パラメータの変化量を推定して道路形状を計測するようになっている。また、後者の特開平8-261756号では、画像における濃淡の勾配の大きさや方向に基づいて曲線を含むエッジ線分を抽出して、走行レーンが認識されるようになっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、かかる従来の道路形状を推定する手法ではいずれも画像を用いたことにより、轍の水溜まり、ガイドレールの影や二重白線などを白線と誤認する恐れがある。即ち、これら白線と誤認する恐れのある要素、つまり疑似白線は、実際の道路白線に対してほぼ平行に配置される場合が多く、画像に取り込まれた際に2値化して白線と混同し、本来の道路形状の推定を失敗してしまう可能性がある。

【0004】

例えば、図15に道路1に形成された轍2が水溜まり状態となった場合を示したが、この場合は太陽光や外灯などの入射角によっては水溜まり（または水膜）の表面に反射した光が画像に取り込まれた際、これが画像上で輝度の高い部分として現れる。このため、この轍2の水溜まりが疑似白線となって、高輝度として取り込まれる実際の道路白線3と誤認識されてしまう。

【0005】

また、図16に路肩に設置されるガイドレール5の影6が道路白線3に影響する場合を示し、この影6が道路白線3に差し掛かると、その部分の道路白線3の輝度が低下する一方、ガイドレール5の白を疑似白線として誤認識する恐れがある。このようにガイドレール5を誤認識すると、影6が無い部分の道路白線3の検出点m1とガイドレール5の疑似検出点m2とを結ぶ誤った線Lが道路モデルとして推定されてしまう。

【0006】

本発明はかかる従来の課題に鑑みて成されたもので、疑似白線が画像に取り込まれた場合に、自車両の車線に対する横変位のパラメータを除外することにより、疑似白線に惑わされることなく本来の道路形状を精度良く推定できるようにした道路白線認識装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の本発明は、画像取得手段から取得した車両前方の道路画像上に、道路白線を探索するためのウインドウを設け、このウインドウに取り込まれる白線候補点から白線候補線を推定するようにした道路白線認識装置において、それぞれに道路白線が取り込まれるように道路白線の延長方向に沿ってウインドウを複数設けるウインドウ設定手段と、各ウインドウに対して推定された白線候補線の道路座標と道路モデル式とを用いて道路パラメータを推定する道路パラメータ推定手段と、各ウインドウに対して算出された白線候補線集合の中で画像上の傾きの差が所定値以下となる疑似白線を選択する疑似白線選択手段と、疑似白線が選択された場合に各ウインドウ内で疑似白線の傾きおよび道路座標を用いて、道路パラメータから自車両の車線に対する横変位のパラメータを除外するパラ

メータ調整手段と、を備えたことを要旨とする。

【0008】

請求項2に記載の本発明は、画像取得手段から取得した車両前方の道路画像上に、道路白線を探索するためのウインドウを設け、このウインドウに取り込まれる白線候補点から白線候補線を推定するようにした道路白線認識装置において、それぞれに道路白線が取り込まれるように道路白線の延長方向に沿ってウインドウを複数設けるウインドウ設定手段と、各ウインドウに対して推定された白線候補線の道路座標と道路モデル式とを用いて道路パラメータを推定する道路パラメータ推定手段と、自車両に対する各ウインドウの遠近位置を判断するウインドウ位置判断手段と、道路白線判断のウインドウが自車両に対して遠方を透視するウインドウである場合に、道路パラメータから自車両の車線に対する横変位のパラメータを除外するパラメータ調整手段と、を備えたことを要旨とする。

【0009】

請求項3に記載の本発明は、上記請求項1または2の道路白線認識装置にあって、各ウインドウで算出される白線候補線を直線に近似させたことを要旨とする。

【0010】

請求項4に記載の本発明は、上記請求項3の道路白線認識装置にあって、直線への近似にハフ変換を用いたことを要旨とする。

【0011】

【発明の効果】

請求項1に記載の本発明によれば、道路白線は、車両前方の道路画像上に設けた複数のウインドウ内で探索されるようになっており、各ウインドウ内に取り込まれた画像にしきい値などの輝度判定できる手段を設定することにより、道路白線を高輝度の画素として現れる白線候補点から推定できる。このとき、道路白線は道路モデル式を用いて算出されるが、この道路モデル式には自車両の車線に対する横位置、道路曲率、自車両の車線に対するヨー角、ピッチ角および画像取得手段の高さなどの各パラメータが用いられる。

【0012】

上記高輝度の画素は道路白線以外にも道路条件、例えば轍に溜まった水の反射やランプおよび太陽光の直射・反射光などによって現れる場合があり、これが疑似白線となって本来の道路白線と混同する要因となる。従って、この疑似白線が選択された場合にパラメータ調整手段では、前記道路モデル式を水平方向成分で微分し、これから自車両の車線に対する横位置を決定するパラメータを消去することにより、車線幅を決定する要素が取り除かされることになる。従って、このように疑似白線が現れた場合にも車線幅を考慮しなくて良くなることから、この疑似白線のように道路白線に平行な線分であれば、実際の道路白線を認識することなく道路モデルを推定することができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 2 に記載の本発明によれば、上記請求項 1 の構成と同様に道路モデル式を用いて道路白線が推定されるようになっており、該道路モデル式には自車両の車線に対する横位置、道路曲率、自車両の車線に対するヨー角、ピッチ角および画像取得手段の高さなどの各パラメータが設定される。一方、道路白線の延長方向に沿ってウインドウが複数設けらるが、これらウインドウのうち自車両に対して遠方を透視するウインドウである場合に、自車両の車線に対する横位置を決定するパラメータの推定精度が悪化される。従って、道路白線判断のウインドウが自車両に対して遠方を透視するウインドウである場合に、道路パラメータから自車両の車線に対する横変位のパラメータを除外して、遠方を透視するウインドウでの横位置判断をキャンセルすることにより、全体的な道路モデルの推定精度を高めることができる。

【 0 0 1 4 】

請求項 3 に記載の本発明によれば、請求項 1 または 2 の道路白線認識装置にあって、各ウインドウで算出される白線候補線を直線に近似させたので、この白線候補線の傾きの計算が簡素化できるため、道路モデルの推定処理を高速化することができ、高速処理を要求されるシステムで有利となる。

【 0 0 1 5 】

請求項 4 に記載の本発明によれば、請求項 3 の道路白線認識装置にあって、直線への近似にハフ変換を用いたので、このハフ変換により複数の白線候補線を取

得した場合に、それら複数の白線候補線の画像上の傾きを再計算する必要がなくなるため、処理の高速化を図ることができる。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を添付図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 7 】

図 1 は本発明にかかる道路白線認識装置 1 0 の第 1 実施形態を示す基本的な構成で、それぞれに道路白線 1 8 が取り込まれるように道路白線 1 8 の延長方向に沿ってウインドウ 2 0 を複数設けるウインドウ設定手段 1 0 0 と、各ウインドウ 2 0 に対して推定された白線候補線 2 2 の道路座標 (x , y) と道路モデル式 (式 1) とを用いて道路パラメータを推定する道路パラメータ推定手段 1 0 1 と、各ウインドウ 2 0 に対して算出された白線候補線 2 2 集合の中で画像上の傾きの差が所定値以下となる疑似白線を選択する疑似白線選択手段 1 0 2 と、疑似白線が選択された場合に各ウインドウ 2 0 内の疑似白線の道路座標 (x , y) および傾き ($\partial x / \partial y$) を用いて、道路パラメータ (A , B , C , D , H) から自車両の車線に対する横変位のパラメータ (A) を除外するパラメータ調整手段 1 0 3 と、を備えて構成される。

【 0 0 1 8 】

図 2 は上記道路白線認識装置 1 0 を搭載した車両 1 2 の一実施形態を示す概略図で、画像取得手段 1 4 とこの画像取得手段 1 4 で取得した画像信号 (以下、単に画像という) を処理するプロセッサ 1 6 とが車両 1 2 に設置される。画像取得手段 1 4 は高感度撮像が可能な CCD カメラなどが好ましく、この画像取得手段 (以下、カメラという) 1 4 は室内天井 1 2 a の前方中央部に前方下方を指向して取り付けられ、フロントガラス 1 2 b を通して車両 1 2 前方の道路 R 画像を取得するようになっている。上記プロセッサ 1 6 は車両 1 2 の熱や風雨の影響のない適宜箇所に設置され、上記カメラ 1 4 で取得した道路 R 画像から道路白線 1 8 を認識して道路モデル (道路形状) を推定する制御が実行される。

【 0 0 1 9 】

図 3 はプロセッサ 1 6 によって道路モデルを想定するプログラム P 1 を実行す

るためのフローチャートを示す。このフローチャートでは前方面像取込処理により車両前方面像を取り込んだ後（ステップS1）、ウインドウ設定処理により画像内に複数のウインドウを設ける（ステップS2）。次にステップS4～S8の処理を完了したかどうかを判断（ステップS3）した後、道路パラメータ推定処理により道路モデルを想定する（ステップS9）ようになっている。

【0020】

ステップS4は画像内に設けられた上記複数のウインドウ20全てにステップS5～8の処理が実行されるように、次のウインドウを順に選択する。そして、ステップS5の白線候補点選択処理により、しきい値より高輝度の画素を取り込んだ後、ステップS6の白線候補線算出処理によりステップS5で取り込んだ白線候補点の連続性から白線と見なすことができる線を算出する。次に、ステップS7の疑似白線存在判断により疑似白線を選択した後、ステップS8の道路座標算出処理で白線候補線とウインドウ20の上辺20aとの交点座標（ x_n , y_n ）を求める。また、ステップS9の処理後はステップS1に戻り、一連のプログラムP1が所定時間毎に実行されることになる。

【0021】

以下、上記プログラムP1の処理を各ステップS1～S9毎に詳述する。

【0022】

（1）前方面像取込

上記カメラ14によって撮像された画像信号を、プログラムP1を処理する所定時間毎に取り込む。画像は各画素の輝度変化によって表される。

【0023】

（2）ウインドウ設定

ウインドウ20は、図4に示すように道路白線18の延長方向に沿って複数（左白線に対して5個、右白線に対して5個）が設けられ、各ウインドウ20は前回の画像処理結果によって得られた道路モデルにより、それぞれのウインドウ20に道路白線18が取り込まれるようにそれぞれの位置が設定され、道路白線18はこれらウインドウ20内で検知される。図中の縦方向は画像座標 y 軸方向を示し、図中下方が y プラスである。また、図中の横方向は画像座標 x 軸方向を示

し、図中右方がxプラスである。次に示す式1は本実施形態の道路モデル式として用いられる（特開平6-20189号参照）。

【0024】

【数1】

$$x = \left[\frac{-A + iE_0}{H} \right] \left[\frac{f_h}{f_v} \right] (y + f_v \cdot D) - \frac{B \cdot H \cdot f_v \cdot f_h}{(y + f_v \cdot D)} - C \cdot f_h \quad \dots \text{式1}$$

パラメータ（A、B、C、D、H）は、Aが自車両の車線に対する横位置、Bが道路曲率、Cが自車両の車線に対するヨー角、Dがピッチ角、Hがカメラ高さの各パラメータを表す。E₀は車線幅（左右白線の内側間の距離）、f_v、f_hはカメラ透視変換定数で縦方向、横方向をそれぞれ表す。（x、y）は自車両に対して白線内側の画像上の座標（以下、道路座標という）であり、以下においてx、yは画像上の座標を意味するものとする。また、iは左白線では「0」、右白線では「1」を表す。

【0025】

また、式1は道路モデルを表す一手法を示したものであり、例えば、E₀を変数にしたもの、Hを固定したもの、車線幅を左白線中央と右白線中央との間の距離とし、（x、y）を白線中央の画像座標としても定義することができる。

【0026】

ここで、N番目のウインドウの上辺20aのy座標をy_nとし、前回のパラメータ推定結果を{A（-1）、B（-1）、C（-1）、D（-1）、H（-1）}とすると、式1より今回のウインドウ20の中心座標x_{est}は式2で示される。

【0027】

【数 2】

$$x_{est} = \left(\frac{-A + iE_0}{H(-1)} \right) \left(\frac{fh}{fv} \right) (y_n + fv \cdot D(-1)) - \frac{B(-1) \cdot H(-1) \cdot fv \cdot fh}{(y_n + fv \cdot D(-1))} - C(-1) \cdot fh \quad \dots \text{式2}$$

ウインドウ 20 の x 方向の幅は固定値としてもよく、また、特開平 8-261756 号に示されるようにパラメータの分散から合理的に設定することもできる。

【0028】

(3) すべてのウインドウ完了？

ステップ S3～S7 のループ内処理を各ウインドウ 20 全てに対して実行したかどうかを判断し、全てのウインドウ 20 を処理するまでループ内を繰り返し実行する。

【0029】

(4) 次のウインドウへ

ステップ S3～S7 のループ内処理が各ウインドウ 20 全てに対して実行されない場合に、処理していないウインドウ 20 を順次選択する。

【0030】

(5) 白線候補点選択

ソーベル (sobel) フィルタなどのエッジ検知 (輝度変化) を利用して白線候補点を選択される。このエッジ検知では、図 5 に示すように左 (画像座標の x 値が小さい) の画素の輝度が右 (画像座標の x 値が大きい) のそれより大きい場合、フィルタの出力が正であるとする。そして、道路白線 18 の内側を白線候補点としているので、左白線の場合の白線候補点ではフィルタの出力は正、右白線では負となる。左白線の場合、ウインドウ 20 全ての画像を走査してフィルタの出力が所定の正の値を超えたものを白線候補点と見なす。

【0031】

(6) 白線候補線算出

ウィンドウ20内にプロットされた白線候補点21の集合から白線候補線22を探索する。この探索にはハフ変換や最小自乗法などを用いることができる。本実施形態ではハフ変換を用いるものとし、ハフ変換直線近似では図6に示すようにウィンドウ20内を通過する直線のうち、最も白線候補点21を多く貫いたものが選択される。このとき、座標(x, y)を通過する直線はパラメータa, bを用いて次の式3として表すことができる。

【0032】

【数3】

$$x=ay+b$$

…式3

即ち、白線候補点の座標を(x, y)とすると、aを決めるとbが式3より計算でき、これにより図7に示すハフ変換による配列が得られる。ここで、配列の空欄は零を意味する。また、「1」が立っている(a, b)の組み合わせの中に真値が含まれ、この配列を白線候補点全てに対して実行することにより図8に示す配列が得られる。図8において配列要素(a_r, b_r)の数z_rは、式4が貫く白線候補点の数を表している。

【0033】

【数4】

$$x=a_r y+b_r$$

…式4

(7) 疑似白線存在判断

この疑似白線の存在は前記図8の配列を元に判断される。即ち、まず、aのパラメータであるが、各列の合計を採って最大のものを選ぶ。この処理で画像上での傾きの差が所定値以下となる白線候補線が複数存在する場合、その中から選択されることになる。そして、選んだ値をa_nとし、そのa_nの列のbの分散を計算する。これが所定値以下の場合、疑似白線が存在しないと判断し、それ以外の場合は疑似白線が存在したと判断する。疑似白線が存在する場合には、図9に示すようにピークが複数現れて分散が大きくなる。この場合、疑似白線が存在する場合のnの集合をGaとし、そうでないnの集合をGbとする。

【0034】

そして、図10に示すように a_n の列中で最も大きいものに対応する b （図中の b_n ）を選ぶ。このとき、道路白線18が波線であり、轍などの連続性が疑似白線となって現れると、疑似白線を選択することになる。

【003.5】

(8) 道路座標算出

図11に示すように疑似白線（白線候補線21でもよい）とウインドウ20の上辺20aとの交点とする。ウインドウ20の上辺20aの y 座標は固定値であり、これを y_n とすると、道路座標の x 成分は式5で示される。

【0036】

【数5】

$$x_n = a_n y_n + b_n \quad \dots \text{式5}$$

(9) 道路パラメータ推定

前記式1を y で微分して式6を得る。

【0037】

【数6】

$$\frac{\partial x}{\partial y} = \left(\frac{-A + iE_0}{H} \right) \left(\frac{fh}{fv} \right) + \frac{B \cdot H \cdot fv \cdot fh}{(y_n + fv \cdot D)^2} \quad \dots \text{式6}$$

そして、式1と式6から A を消去すると式7を得る。

【0038】

【数7】

$$\frac{\partial x}{\partial y} = \left(\frac{x_n + C \cdot fh}{y_n + fv \cdot D} \right) + \frac{2 \cdot B \cdot H \cdot fv \cdot fh}{(y_n + fv \cdot D)^2} \quad \dots \text{式7}$$

このとき、 A は自車両の車線に対する横位置のパラメータであり、この A を消去すると同時に車線幅を表す E_0 も消去されることになる。つまり、道路幅がいかなるものであれ式7が成立することになる。換言すれば、真の道路白線18を用

いなくても、道路白線 18 に平行な線分であれば式 7 が成立することを意味する。即ち、実際には疑似白線は真の道路白線 18 に平行である場合が多く、この疑似白線が検出された場合には、疑似白線の傾き ($\partial x / \partial y$) および道路座標 (x, y) と、式 7 の方程式を利用すれば、最小自乗法やカルマンフィルタなどの手法を用いて、A を除く道路パラメータ (B, C, D, H) を誤差無く正確に推定することができる。なお、パラメータ A は疑似白線が存在しないウインドウ 20 で推定すれば良い。

【0039】

次に、カルマンフィルタを用いて道路パラメータを推定する場合、式 8 に示す方程式が与えられることによりパラメータ z を推定するものである。ただし、同式中のパラメータ yy の値および f の値はそれぞれ既知とし、一般に yy はベクトルとなる。

【0040】

【数 8】

$$yy = f(z) \quad \dots \text{式 8}$$

ここで、この式 8 に相当する観測方程式 (仮称) を導出する場合を、疑似白線の存在、不存在の場合に分けて説明する。

【0041】

①疑似白線が存在する場合

これには前記式 7 を用い、これは左辺が画像上の傾きであるため、式 9 が成立する。

【0042】

【数 9】

$$a_n = \left(\frac{x_n + C \cdot fh}{y_n + fv \cdot D} \right) + \frac{2 \cdot B \cdot H \cdot fv \cdot fh}{(y_n + fv \cdot D)^2}, \quad n \in Ga \quad \dots \text{式 9}$$

②疑似白線が存在しない場合

これは前記式 1 が式 10 として成立する。

【0043】

【数10】

$$x_n = \left(\frac{-A + iE_0}{H} \right) \left(\frac{fh}{fv} \right) (y_n + fv \cdot D) - \frac{B \cdot H \cdot fv \cdot fh}{(y_n + fv \cdot D)} - C \cdot fh, \quad n \in Gb \quad \dots \text{式10}$$

式9および式10は一般に複数列より構成され、これらを並べ替えることにより次の行列式11が得られる。

【0044】

【数11】

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & k_{14} & k_{15} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & k_{24} & k_{25} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ k_{m1} & k_{m2} & k_{m3} & k_{m4} & k_{m5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ H \end{bmatrix} \quad \dots \text{式11}$$

この行列式11中、mはウィンドウ20の設置数であり、nがGaに属する場合はk_{n1}は零となる。

【0045】

図12は本発明の第2実施形態を示す道路白線認識装置10aで、図13に示すフローチャートに従って道路モデルを想定するプログラムP2が実行されるようになっている。即ち、該道路白線認識装置10aは上記第1実施形態と同様にカメラ14で撮像した道路画像を取り込んで処理するようになっており、上記図1に示した構造と同様にウィンドウ設定手段100と道路パラメータ設定手段101とを有する。ここで、本実施形態では、自車両に対する各ウィンドウ20の遠近位置を判断するウィンドウ位置判断手段110と、道路白線判断のウィンドウ20が自車両に対して遠方を透視するウィンドウ20である場合に、道路パラメータ(A、B、C、D、H)から自車両の車線に対する横変位のパラメータ(

A) を除外するパラメータ調整手段 111 と、を備えて構成される。

【0046】

また、本実施形態のプログラム P2 は上記第 1 実施形態に示した図 3 のフローチャートで処理されるプログラム P1 とほぼ同様の処理が実行されるが、特に本実施形態では第 1 実施形態のプログラム P1 のステップ S7 に代えて、ステップ S10 の観測方程式選択処理を実行するようにしたもので、このステップ S10 による処理を以下述べる。なお、図 13 のフローチャートは図 3 のフローチャートと同一処理部分に同一ステップ番号を付して、その説明を省略するものとする。

【0047】

(10) 観測方程式選択

これは上記第 1 実施形態と同様に Ga, Gb を定義する。即ち、Ga は観測方程式が式 9 で表される場合、Gb は観測方程式が式 10 で表される場合である。即ち、第 1 実施形態では疑似白線が存在すると推定した場合に Ga を選択したが、本第 2 実施形態ではそれ以外に自車両に対して遠方を透視するウィンドウ 20 で白線候補線 22 を判断する場合にも Ga を選択するものとする。この遠方を透視するウィンドウ 20 とは、図 14 中に太枠で示した最上方のウィンドウ 20 がこれに相当する。もっとも、そのウィンドウ 20 は最上方のものに限定することなく、最上方を含めて連続する上方部分の複数個を選ぶこともできる。

【0048】

即ち、この実施形態では上記式 1 から xn の変動に対する A のゲイン G を求めると式 12 となる。

【0049】

【数 12】

$$G = \left[\frac{H}{y_n + f_v \cdot D} \right] \begin{pmatrix} f_h \\ f_v \end{pmatrix} \quad \dots \text{式 12}$$

この式 12 中、yn は画像縦軸座標を表し、車両遠方係数小さい値となり、この

y_n はGに対しては分母として現れるため、このGは車両遠方程大きくなることになる。このことは画像上では同じ誤差であっても、Aの推定に与える影響は車両遠方のウインドウ20程大きいことを意味する。實際上、画像の分解能は遠方でも近傍でも同じであるため、Aの推定精度は遠方を透視するウインドウ20程悪化される。従って、Aの推定精度が悪化されると思われる遠方のウインドウ20では、このAを推定しないことにより道路モデルの推定精度を向上することができる。

【0050】

ところで、上記各実施形態ではウインドウ20内の白線候補線22を直線と近似するようになっており、このように直線に近似することにより処理を高速化できる。即ち、上記白線候補線22を高次の曲線で近似したと仮定した場合、近似する処理自体の演算時間も膨大となり、また、画像上の傾きを計算する処理も必要となってくる。従って、曲線では座標を指定して傾きを再計算しなければならないが、直線では近似の課程で傾きが決定される。このため、道路白線18は曲線であっても、各ウインドウ20内で直線と近似できるように、ウインドウ20の大きさを設定してやれば良い。

【0051】

また、上記白線候補線22を直線に近似するにあたってハフ変換を用いたので、複数の白線候補線22を取得した場合に、それら複数の白線候補線の画像上の傾きを再計算する必要がなくなるため、処理の高速化を図ることができる。従って、高速で走行する車両のように高速処理を要求されるシステムで有利となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明にかかる道路白線認識装置の第1実施形態の基本構造を示す概略構成図である。

【図2】

本発明にかかる道路白線認識装置を搭載した車両の一実施形態を示す概略構成図である。

【図3】

本発明にかかる道路白線認識装置の第 1 実施形態による画像処理プログラムを実行するためのフローチャートである。

【図 4】

本発明にかかる道路白線認識装置の第 1 実施形態で画面に設定される複数のウインドウの配列状態を示す説明図である。

【図 5】

本発明にかかる道路白線認識装置の第 1 実施形態で設定されるウインドウ内の白線候補点のプロット状態を示す説明図である。

【図 6】

本発明にかかる道路白線認識装置の第 1 実施形態で設定されるウインドウ内の白線候補線の選択状態を示す説明図である。

【図 7】

本発明にかかる道路白線認識装置の第 1 実施形態で実行される白線候補線を探索する際のハフ変換による配列表を示す説明図である。

【図 8】

本発明にかかる道路白線認識装置の第 1 実施形態で実行されるハフ変換を配列要素で示す説明図である。

【図 9】

本発明にかかる道路白線認識装置の第 1 実施形態で実行されるハフ変換により得られる疑似白線が存在する場合のピーク度数を示す説明図である。

【図 10】

本発明にかかる道路白線認識装置の第 1 実施形態で実行されるハフ変換により得られる疑似白線が存在しない場合のピーク度数を示す説明図である。

【図 11】

本発明にかかる道路白線認識装置の第 1 実施形態で設定されるウインドウに白線候補線が接する道路座標を示す説明図である。

【図 12】

本発明にかかる道路白線認識装置の第 2 実施形態の基本構造を示す概略構成図である。

【図 13】

本発明にかかる道路白線認識装置の第2実施形態による画像処理プログラムを実行するためのフローチャートである。

【図 14】

本発明にかかる道路白線認識装置の第2実施形態で選択される遠方を透視するウインドウを示す説明図である。

【図 15】

疑似白線の要因の1つである道路に形成される轍を示す斜視図である。

【図 16】

疑似白線の要因の1であるガイドレールと影との関係を示す斜視図である。

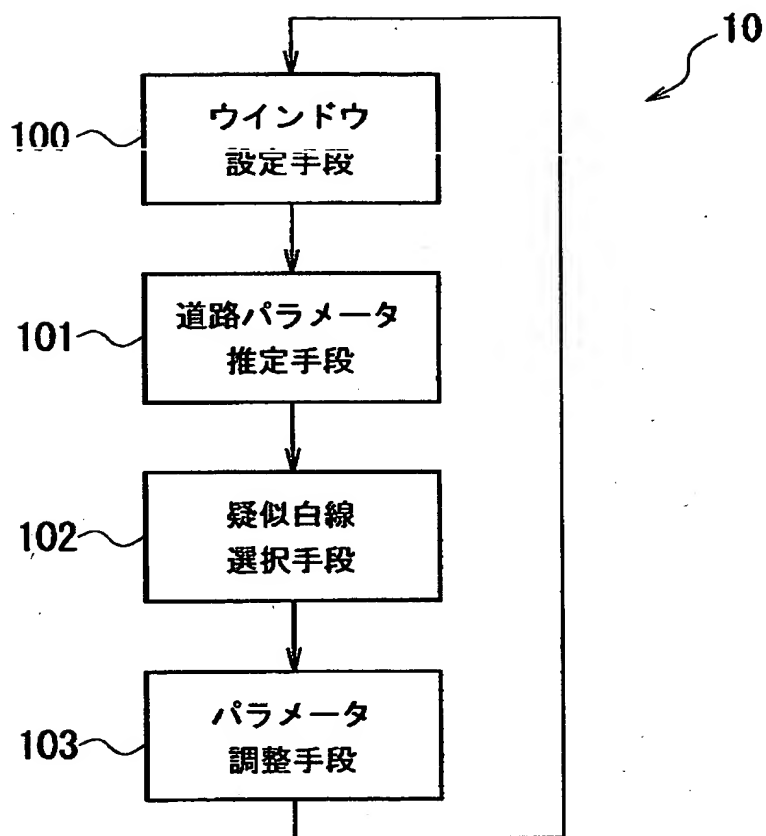
【符号の説明】

- 10 道路白線認識装置
- 12 車両
- 14 カメラ（画像取得手段）
- 16 プロセッサ
- 18 道路白線
- 20 ウインドウ
- 21 白線候補点
- 22 白線候補線
- 100 ウインドウ設定手段
- 101 道路パラメータ推定手段
- 102 疑似白線選択手段
- 103 パラメータ調整手段
- 110 ウインドウ位置判断手段
- 111 パラメータ調整手段

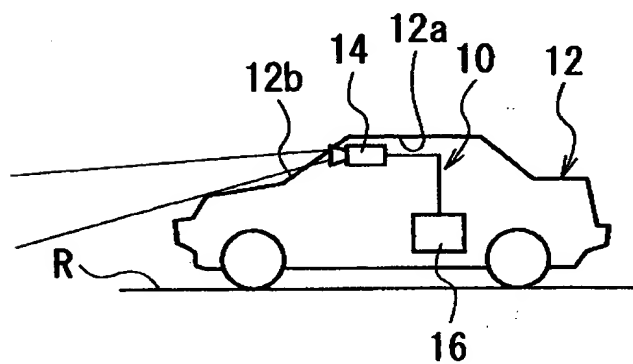
【書類名】

図面

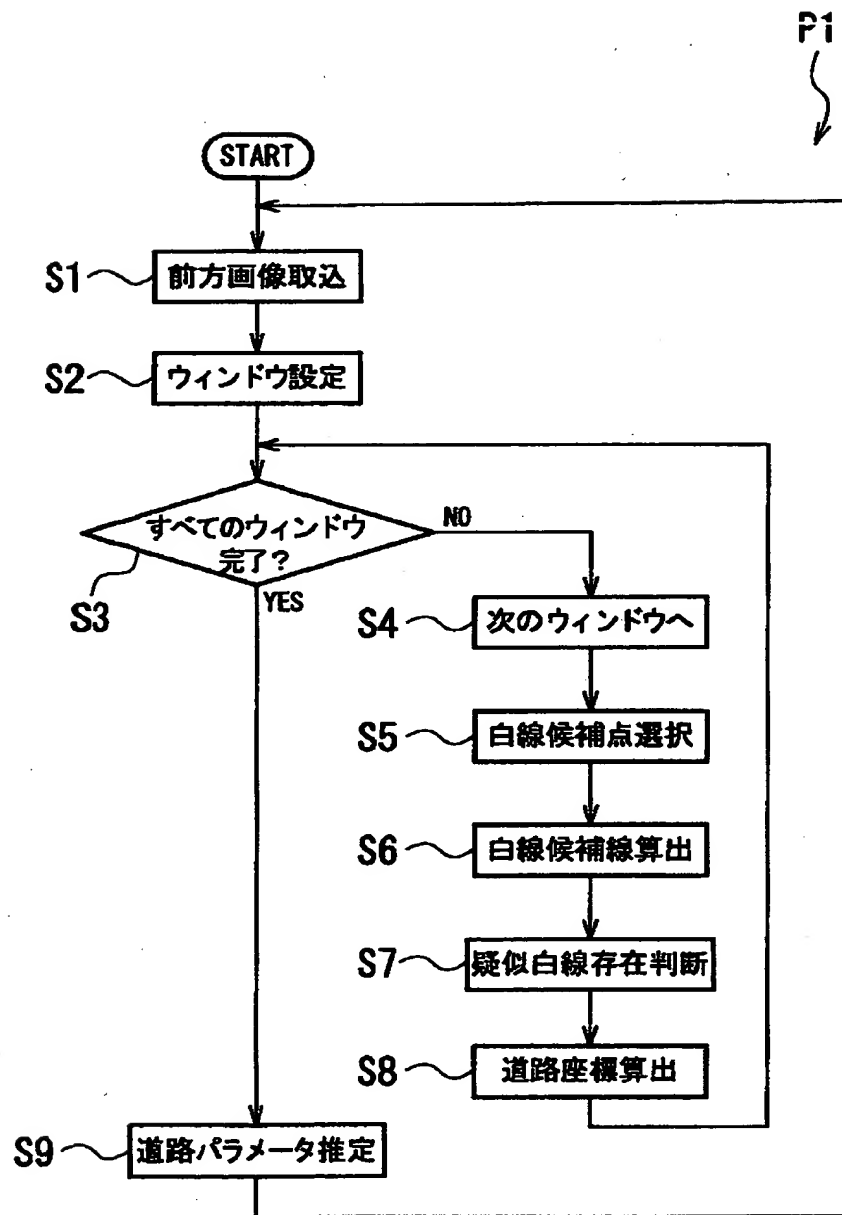
【図 1】



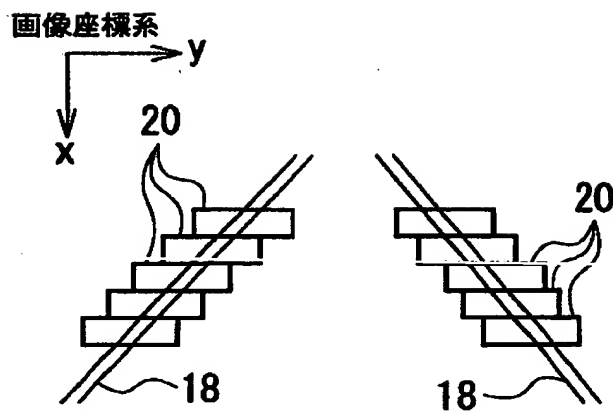
【図 2】



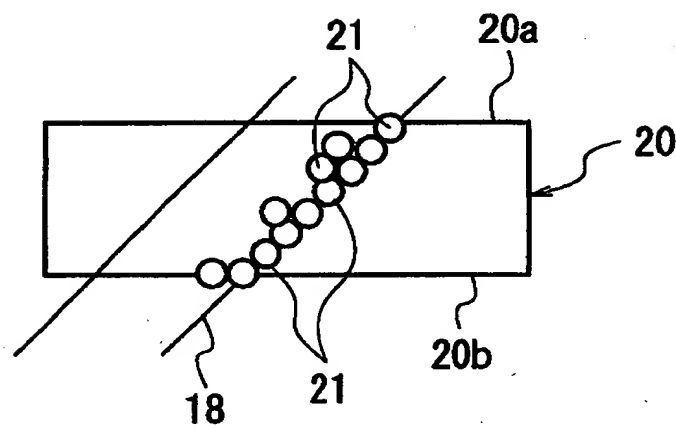
【図 3】



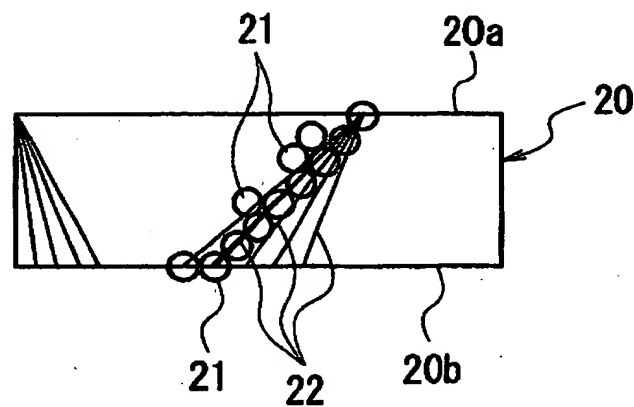
【図 4】



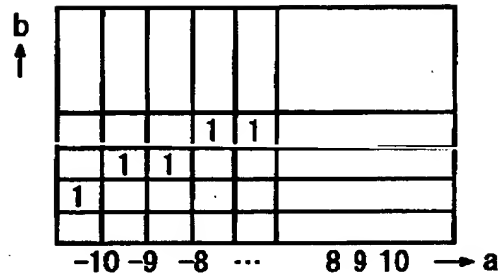
【図 5】



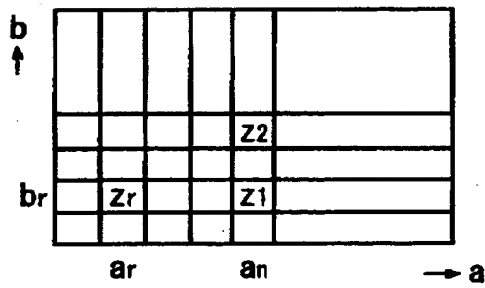
【図 6】



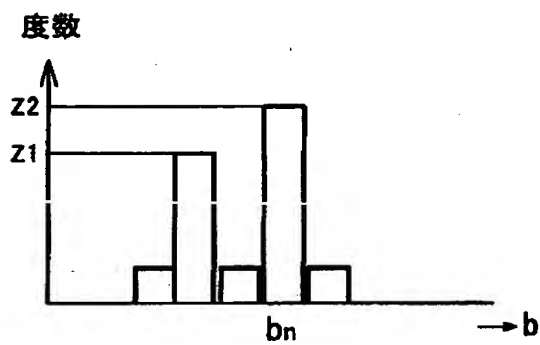
【図 7】



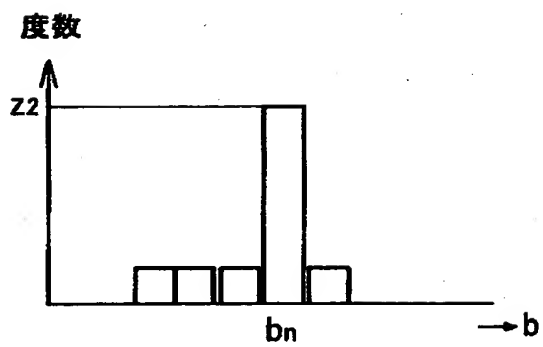
【図 8】



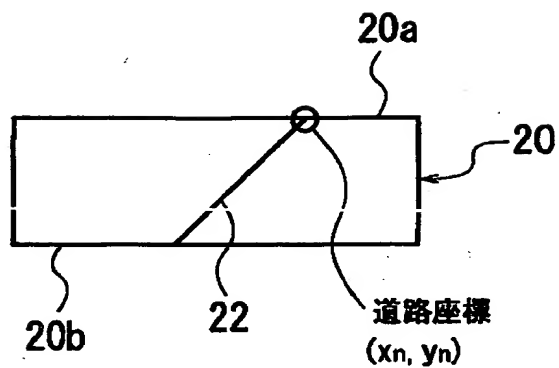
【図 9】



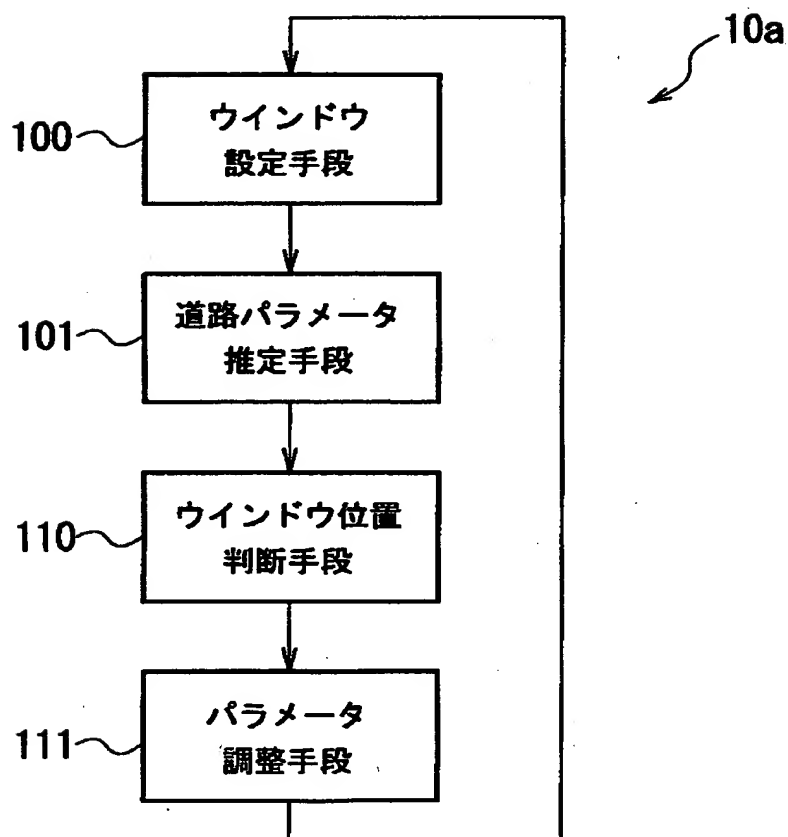
【図 1 0】



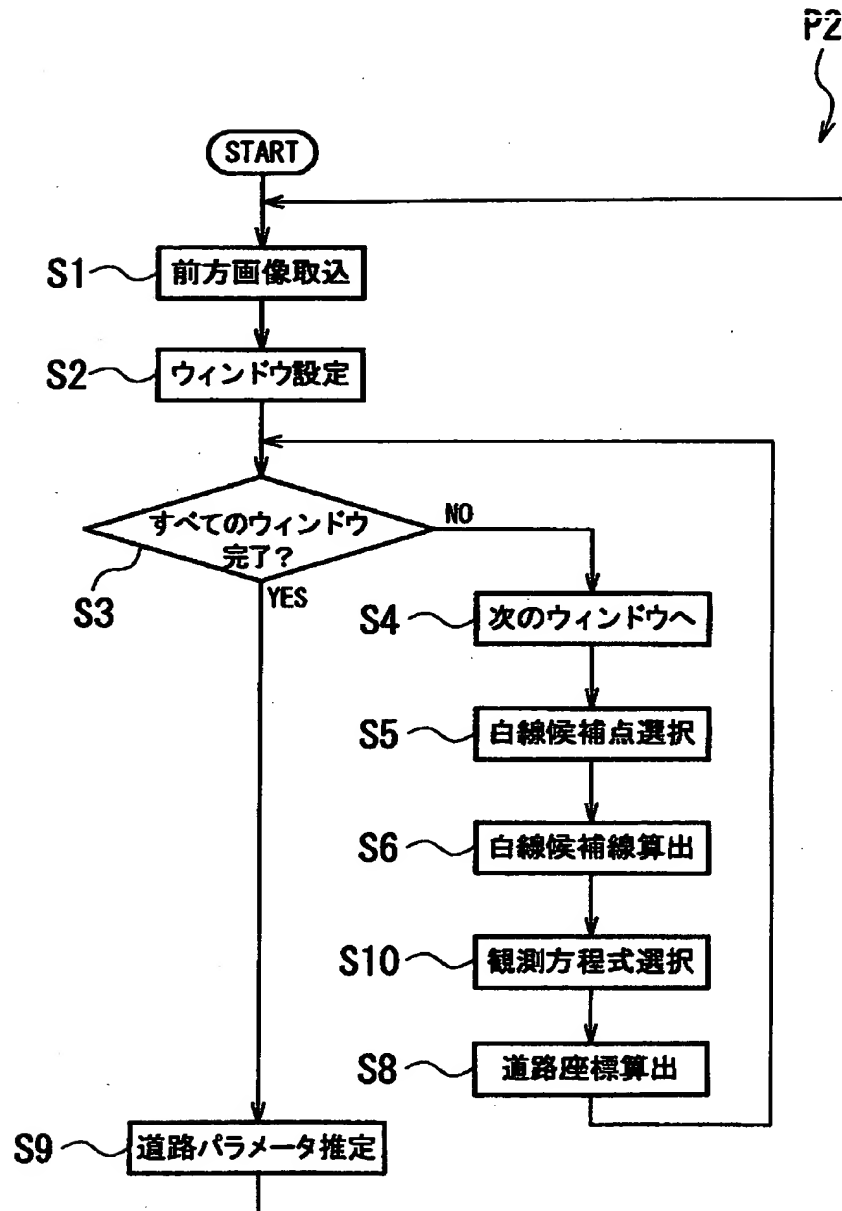
【図11】



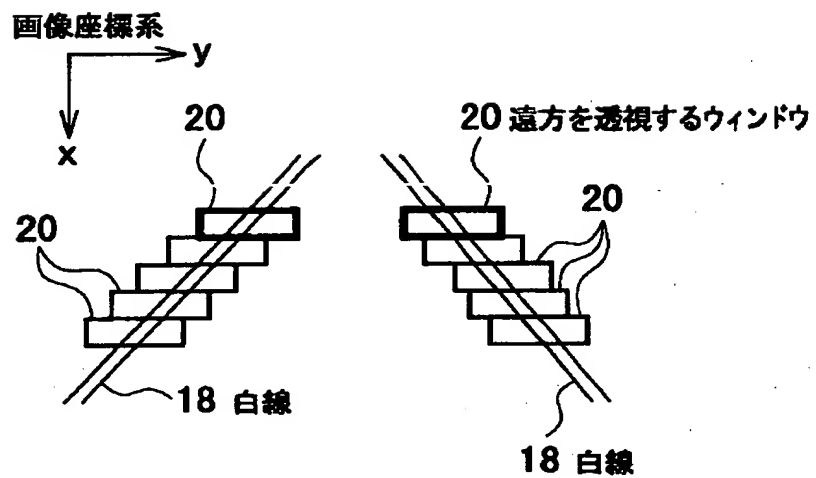
【図12】



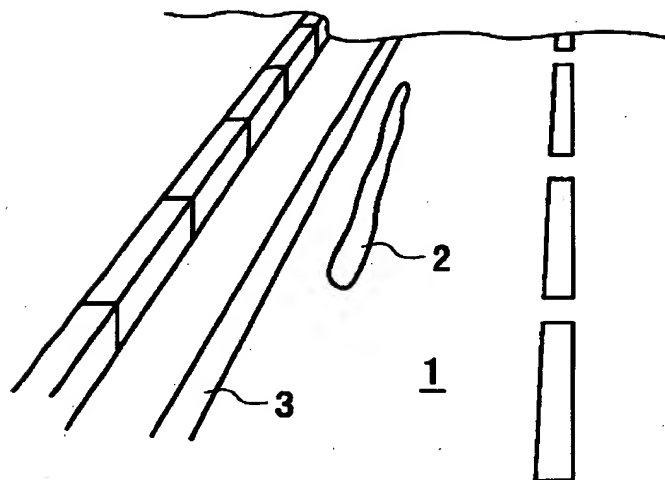
【図13】



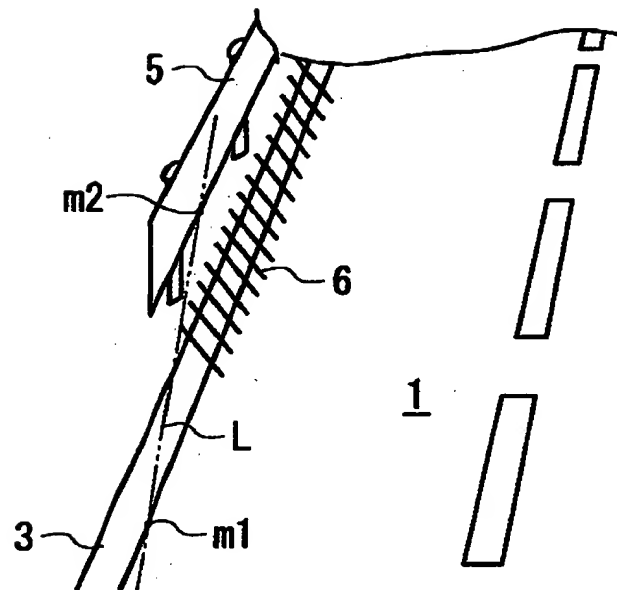
【図14】



【図15】



【図16】^a



【書類名】^{*} 要約書

【要約】

【課題】 疑似白線が画像に取り込まれた場合に、自車両の車線に対する横変位のパラメータを除外することにより、疑似白線に惑わされることなく本来の道路形状を精度良く推定できる道路白線認識装置を提供する。

【解決手段】 それぞれに道路白線 1 8 を取り込むように道路白線 1 8 の延長方向に沿ってウインドウ 2 0 を複数設けるウインドウ設定手段 1 0 0 と、各ウインドウに対して推定された白線候補線 2 2 の道路座標と道路モデル式とを用いて道路パラメータを推定する道路パラメータ推定手段 1 0 1 と、各ウインドウに対して算出された白線候補線集合の中で画像上の傾きの差が所定値以下となる疑似白線を選択する疑似白線選択手段 1 0 2 と、疑似白線が選択された場合に各ウインドウ内の疑似白線の道路座標および傾きを用いて、道路パラメータから自車両の車線に対する横変位のパラメータを除外するパラメータ調整手段 1 0 3 と、を備える。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003997]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
氏 名 日産自動車株式会社